



Κίτσος Γιάννης 02109639
Γεωργακοπούλου Μαντώ 02109097

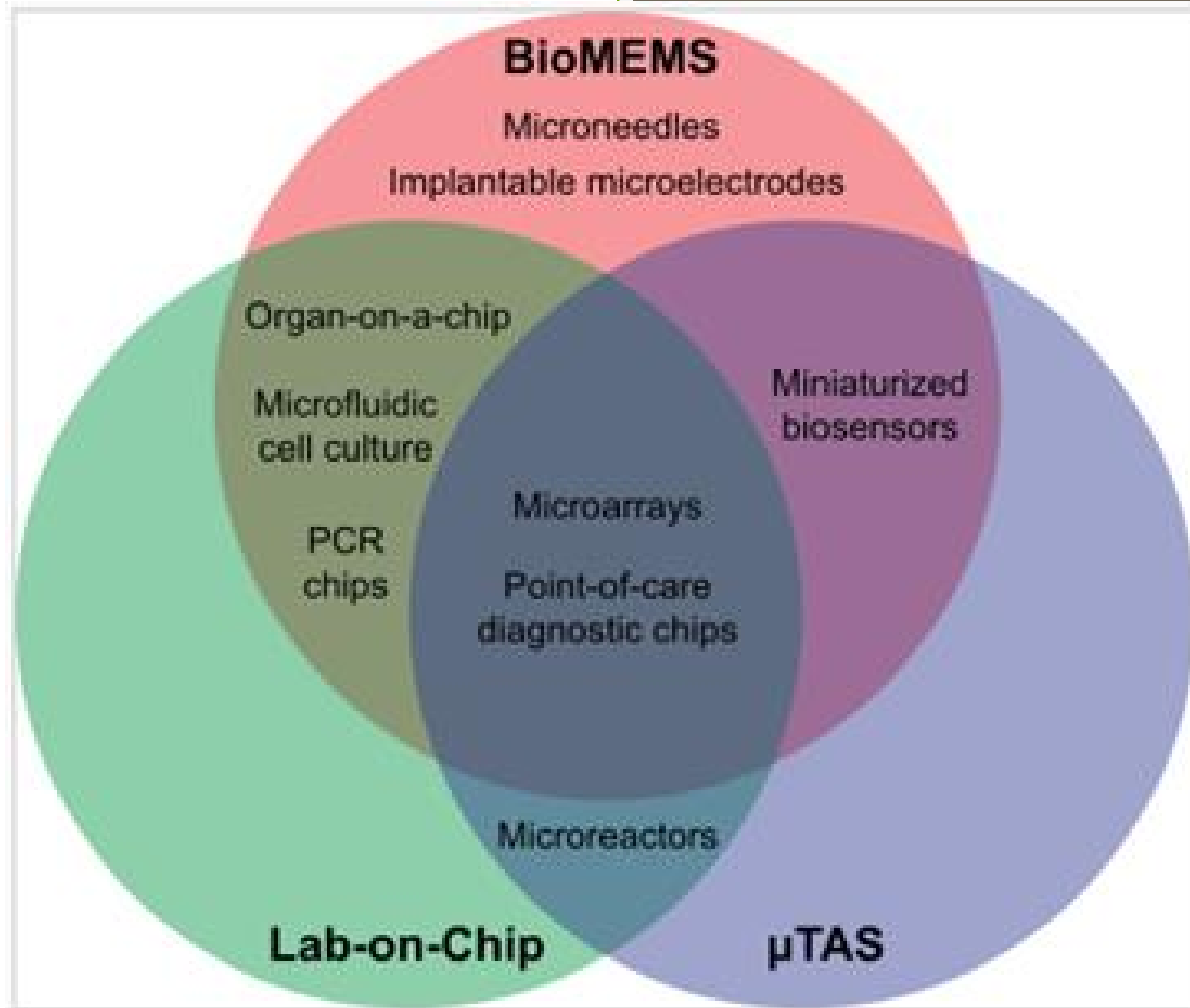
Biological Micro-Electro- Mechanical Systems

Ορισμός

- Τα μικρο-ηλεκτρο-μηχανικά συστήματα (MEMS) χρησιμοποιούν την τεχνολογία των πολύ μικρών συσκευών (συνήθη μεγέθη: από 20 μm έως 1 mm.)
- Συνήθως αποτελούνται από
 - α) μία κεντρική μονάδα επεξεργασίας δεδομένων (microprocessor)
 - β) πολύ μικρά στοιχεία-εξαρτήματα (αισθητήρες, μετατροπείς, επενεργητές και ηλεκτρονικές συσκευές)
- Τα βιολογικά ή βιοϊατρικά μικροηλεκτρομηχανικά συστήματα (BioMEMS) είναι στην ουσία MEMS που έχουν εφαρμογές ή λειτουργίες στην βιολογία και την ιατρική.

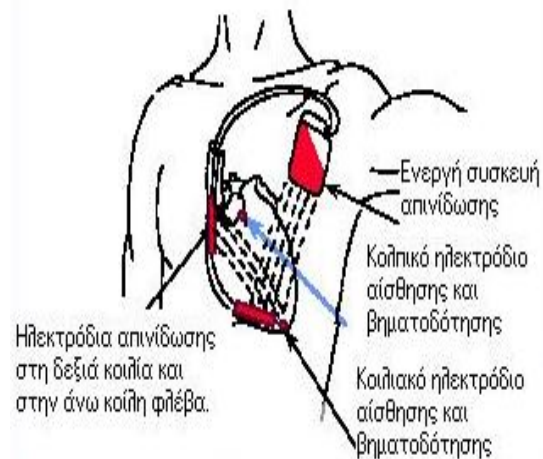
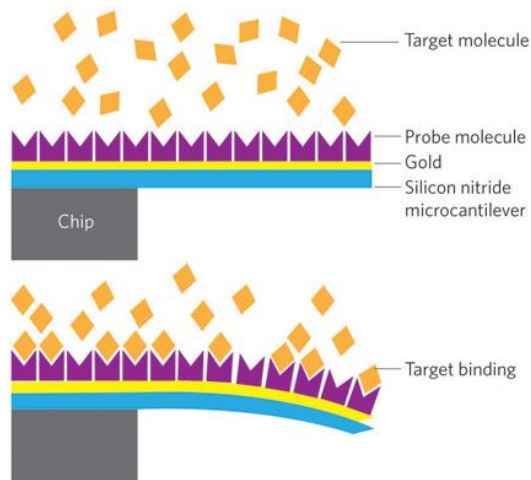
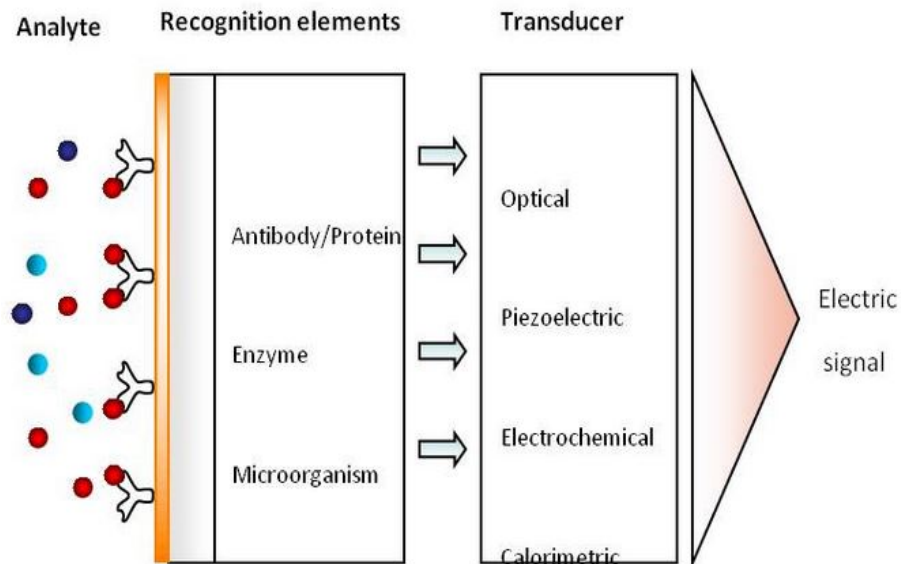
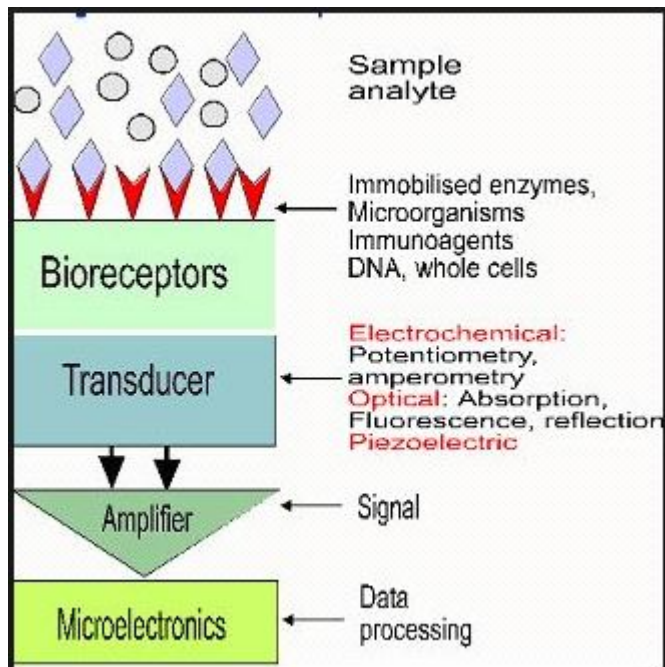
BioMEMS-LOC-μTAS

- BioMEMS: επικεντρώνονται στα μηχανικά μέρη και στις τεχνολογίες μικροκατασκευής κατάλληλες για βιολογικές εφαρμογές.
- LOC: συσκευές που ενσωματώνουν μία ή και περισσότερες εργαστηριακές λειτουργίες σε ένα ενιαίο chip.
- TAS: συσκευές που αυτοματοποιούν και περιλαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για τη χημική ανάλυση ενός δείγματος.



Βιοαισθητήρες

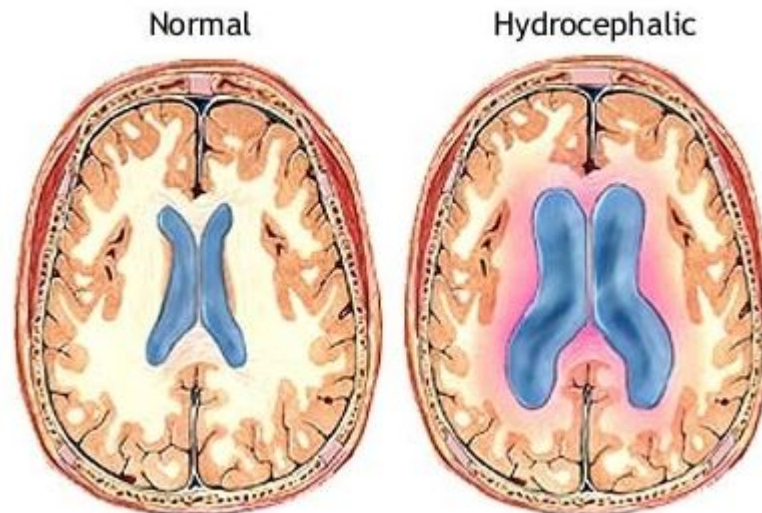
- Αποτελούνται από ένα βιολογικό σύστημα αναγνώρισης (bioreceptor) και από έναν μετατροπέα.
- Διακρίνονται σε μηχανικούς, ηλεκτρικούς και οπτικούς.
- Σύμφωνα με τη θέση τους διακρίνονται σε τοπικούς, εξωτερικούς και εμφυτευμένες συσκευές.



Εφαρμογές

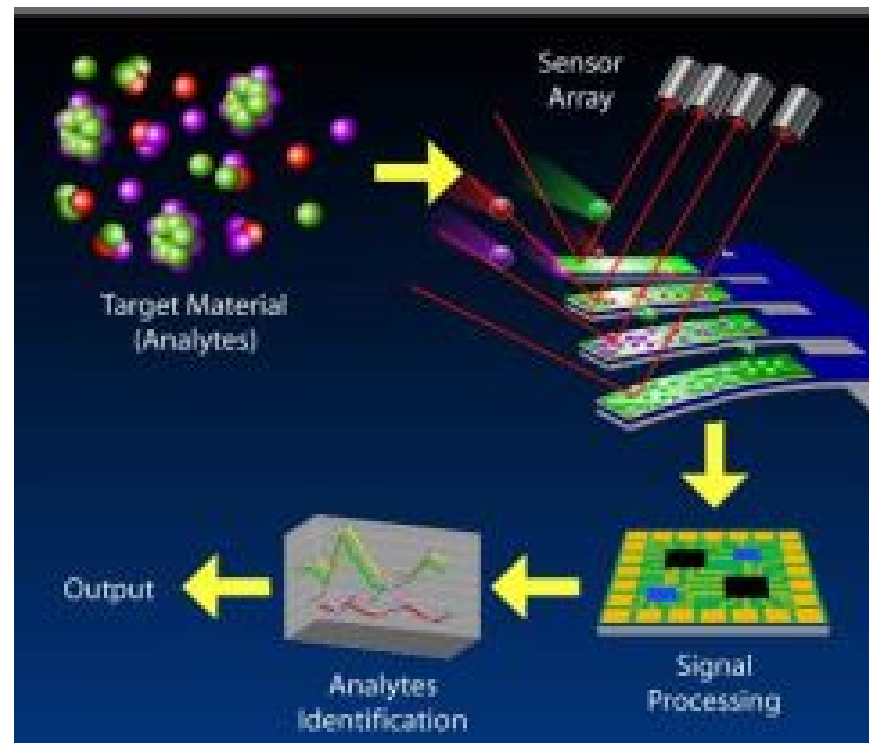
Νευρολογία

(Θεραπεία της υδροκεφαλίας, βλάβη του αυτόνομου νευρικού συστήματος)



Διάγνωση- Αντιμετώπιση ασθενειών

(LOC, μ TAS, μικροεπεξεργαστές DNA, BioFlips, Point of care, μετρητής γλυκόζης, ενδοσκοπήση, καρκίνος)



Μικροχειρουργική

(minimally invasive devices, The da Vinci Surgical System)

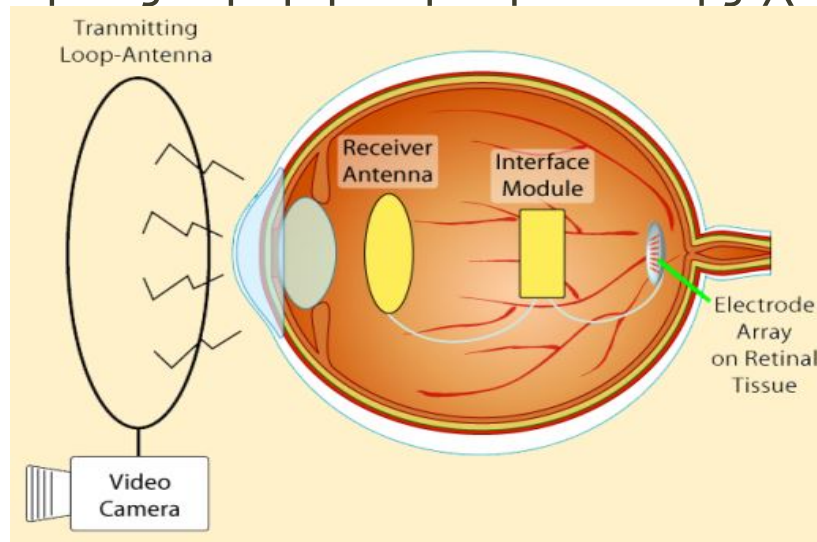


◉ Λήψη φαρμάκων

(παροχή ινσουλίνης, παροχή μορφίνης στη σπονδυλική στήλη, αποφυγή ανοσολογικής απόρριψης ενός μοσχεύματος)

◉ Οπτική

(μέτρηση πίεσης στο εσωτερικό του βολβού του ματιού, τεχνητός αμφιβληστροειδής χιτώνας)



◉ Καρδιολογία

(μέτρηση πίεσης της καρδιάς και των καρδιακών παλμών για αποφυγή καρδιακής ανακοπής)

◉ Ακουστική

(δημιουργία τεχνητού κοχλία για το αυτί, αποκατάσταση της ακοής)

◉ Microfluidics

(ολοκληρωμένα μικροchip επιτρέπουν διαχωρισμούς, χημικές αντιδράσεις και αναλυτικές μετρήσεις με τη χρήση πολύ μικρών ποσοτήτων του δείγματος προς εξέταση)



◉ Πρωτεΐνες

(ταυτόχρονη ανάλυση χιλιάδων πρωτεϊνών σε ένα μόνο πείραμα)

◉ Βιοσυμβατότητα

(εξετάζεται εάν είναι το υλικό ασφαλές και εάν έχει τις απαραίτητες φυσικές και μηχανικές ιδιότητες ώστε να ανταπεξέλθει στη λειτουργία που προορίζεται)

◉ Κρανιακές βλάβες

(μέτρηση πίεσης στο εσωτερικό του κρανίου)

◉ **Εμβιομηχανική χόνδρου**

(ανάπτυξη βιώσιμων υποκατάστατων τα οποία αποκαθιστούν, διατηρούν ή βελτιώνουν τη λειτουργία του ανθρώπινου χόνδρου)

◉ **Σπονδυλική στήλη**

(ενσωματωμένο εμφύτευμα που μπορεί να επαναφέρει την δυνατότητα της κίνησης σε άτομα με τραυματισμούς στην σπονδυλική στήλη)

◉ Περιβάλλον

(έλεγχος των επιπέδων της διοξίνης στο περιβάλλον μέσω ενός γονιδίου της πυγολαμπίδας, πρόβλεψη της θανατηφόρου τοξικότητας των χημικών στους ανθρώπους, ταχεία ανίχνευση και έγκαιρη προειδοποίηση για την ύπαρξη παθογόνων στον αέρα ή το νερό).

◉ Ζητήματα εθνικής ασφάλειας

(αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν, ταξινομούν και ταυτοποιούν ένα βιολογικό ή χημικό στόχο, γνώση ύπαρξης νερού ή εδάφους σε παραμεθόριες περιοχές)

Υλικά κατασκευής

- Πυρίτιο
- Πολυμερή
- Μέταλλα
- Κεραμικά
- Βιολογικά υλικά
- Χαρτί
- Electrokinetics
- Microfluidics

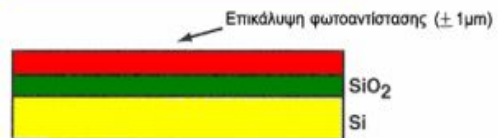
Μέθοδοι κατασκευής

- Λιθογραφία (φωτολιθογραφία)
- Micromachining

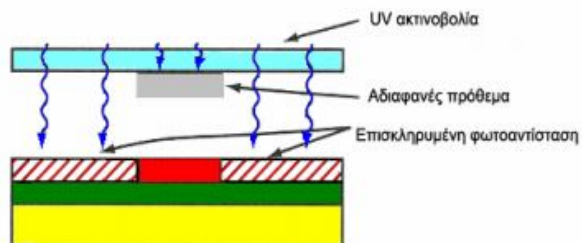
A. Οξείδωση



B. Προετοιμασία λιθογραφίας



Γ. Έκθεση



Δ. Απομάκρυνση μη εκτιθέμενων περιοχών της φωτοαντίστασης



Ε. Χάραξη του SiO₂ με NH₄F + HF



ΣΤ. Απομάκρυνση της εκτιθέμενης φωτοαντίστασης με H₂SO₄



Σχήμα 2.1 Διαδοχικές φάσεις της φωτολιθογραφίας

Bulk micromachining

- χάραξη σε ένα υπόστρωμα
- ως υπόστρωμα χρησιμοποιείται κυρίως πυρίτιο αφού μπορεί να υποστεί υγρή εγχάραξη ανισοτροπικά
- χρησιμοποιούνται υγροί αλκαλικοί διαλύτες για τη διάλυση του πυριτίου
- και η πιο κοινή στο πυρίτιο είναι η ανισότροπη υγρή χάραξη

Surface micromachining

- γίνεται χάραξη διαφορετικών δομικών στρωμάτων πάνω από το υπόστρωμα
- δυνατότητα κατασκευής μονολιθικών μικροσυστημάτων στα οποία τα ηλεκτρονικά και τα μηχανικά εξαρτήματα είναι ενσωματωμένα στο ίδιο υπόστρωμα

Κατασκευή

- ◉ Ευρύ φάσμα εφαρμογών
- ◉ Ποικιλία μεγεθών
- ◉ Διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας

Παραδείγματα Κατασκευή μικρο-αντλιών

- **Εξαρτήματα**

- Επενεργητής
- Κινούμενη μεμβράνη
- Βαλβίδες

- **Τεχνολογία**

- Πιεζοηλεκτρικές
- Θερμοπνευματικές
- Ηλεκτρομαγνητικές

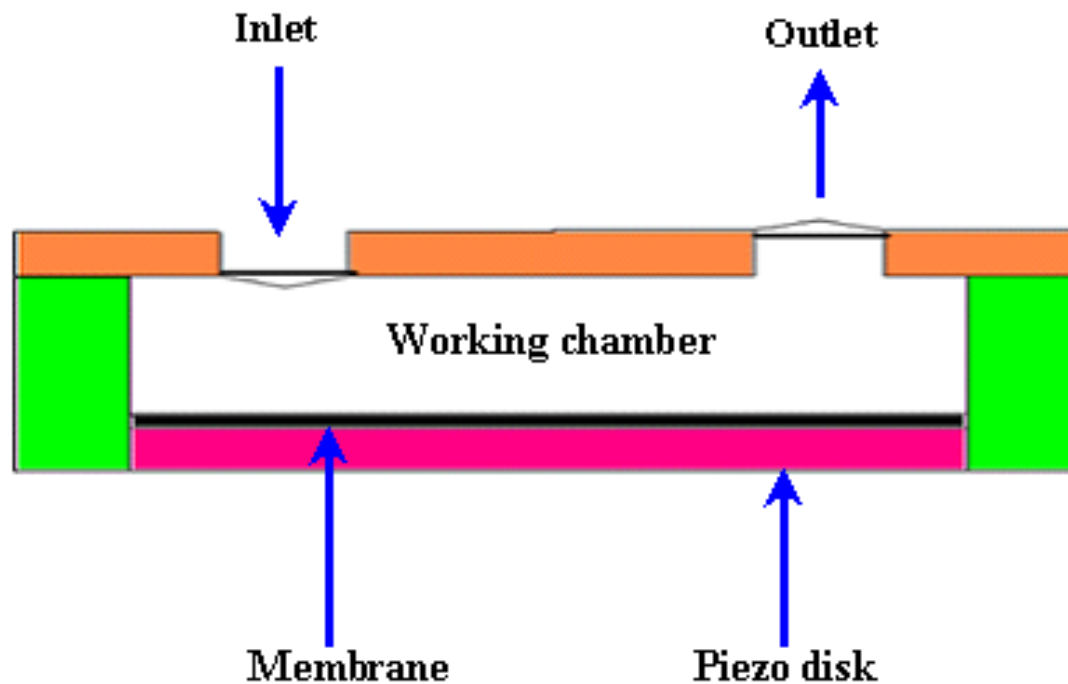
Κατασκευή μικρο-αντλιών Πιεζοηλεκτρική

- Απόδοση Μετατροπής

$$K^2 = \frac{\text{Έξοδος Μηχανικής Ενέργειας}}{\text{Είσοδος Ηλεκτρικής Ενέργειας}}$$

- Μεγάλος παλμός παροχής
- Σύντομος χρόνος απόκρισης
- Ολοκλήρωση κατασκευής με ένα απλό ολοκληρωμένο κύκλωμα

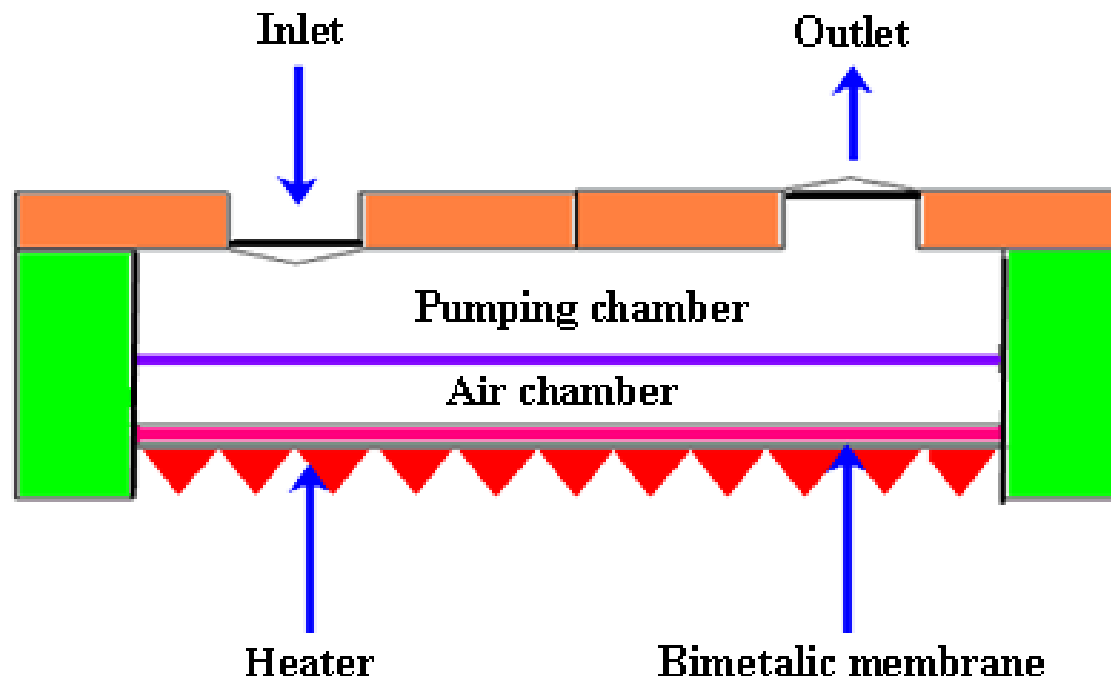
Κατασκευή μικρο-αντλιών Πιεζοηλεκτρική



Κατασκευή μικρο-αντλιών Θερμοπνευματική

- ◉ Αρχή λειτουργίας: Θερμική διαστολή
- ◉ Διαστολή και συστολή του αέρα από σύστημα θέρμανσης/ψύξης
- ◉ Υψηλή πίεση και μετατόπιση της μεμβράνης
- ◉ Ενέργεια λειτουργίας πάνω από ένα επίπεδο

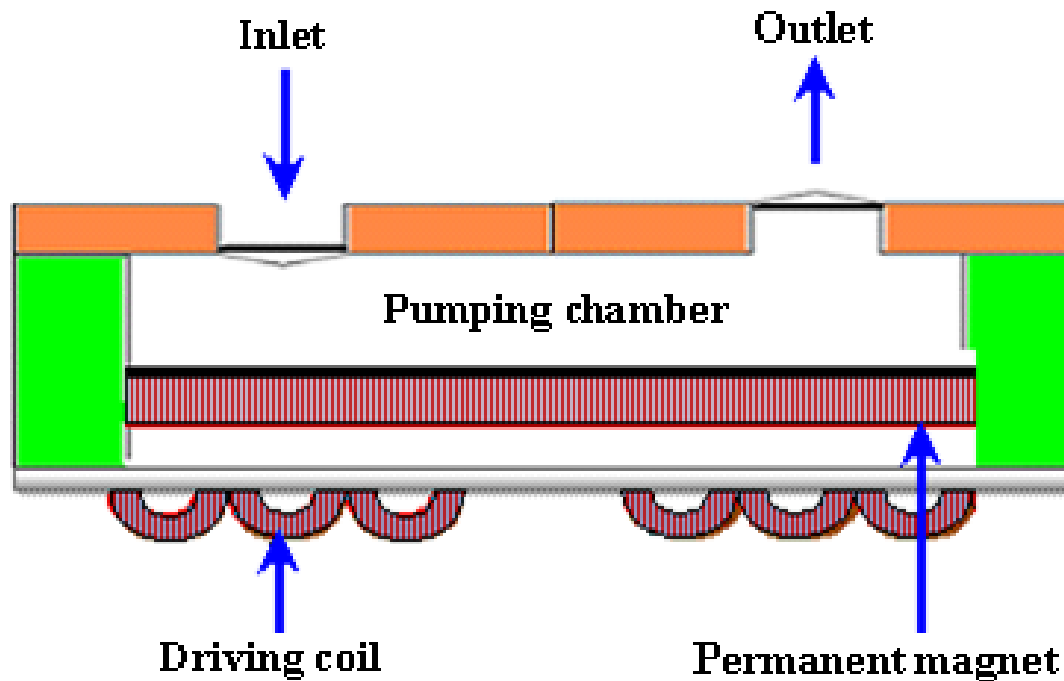
Κατασκευή μικρο-αντλιών Θερμοπνευματική



Κατασκευή μικρο-αντλιών Ηλεκτρομαγνητική

- Η δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη εξαρτάται από το ρεύμα στις σπείρες του πηνίου
- Σύντομος χρόνος απόκρισης
- Πιθανότητα μεγάλων αποκλίσεων
- Απαιτήση υψηλής ενέργειας λειτουργίας, δυνατότητα ασύρματης παροχής της

Κατασκευή μικρο-αντλιών Ηλεκτρομαγνητική



Κατασκευή μικρο-αντλιών

Συμπεράσματα

Τεχνολογία	Παροχή ($\mu\text{l/s}$)	Συχνότητα (Hz)	Διαστάσεις (mm×mm×mm)
Πιεζοηλεκτρική	25.5	170	6×6×1.5
Θερμοπνευματική	0.23	4	6×6×1.5
Ηλεκτρομαγνητική	3.8	2.5	14×9×6

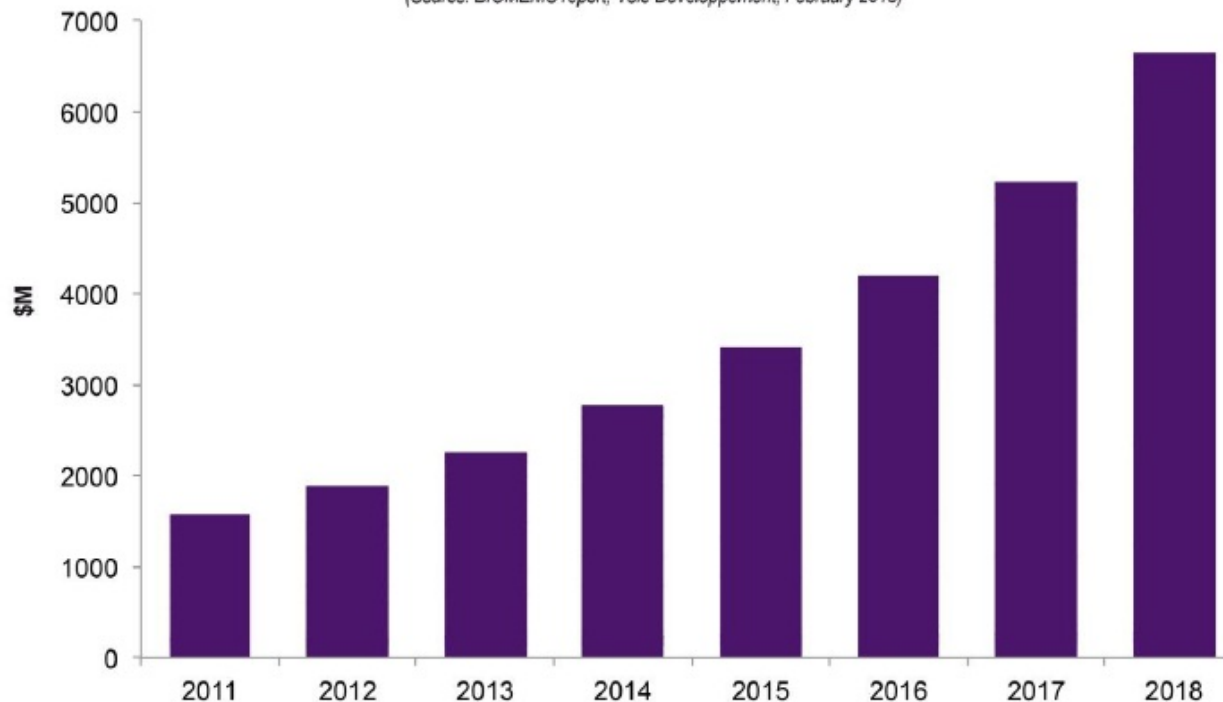
Οικονομική ανάπτυξη και προβλέψεις



BioMEMS and microsystems for life science market (in \$M)

Including: pressure sensors, silicon microphones, accelerometers, gyroscopes, optical MEMS and image sensors, microfluidic chips, microdispensers for drug delivery, flow meters, infrared temperature sensors, emerging MEMS (RFID, strain sensors, energy harvesting)

(Source: BIOMEMS report, Yole Développement, February 2013)

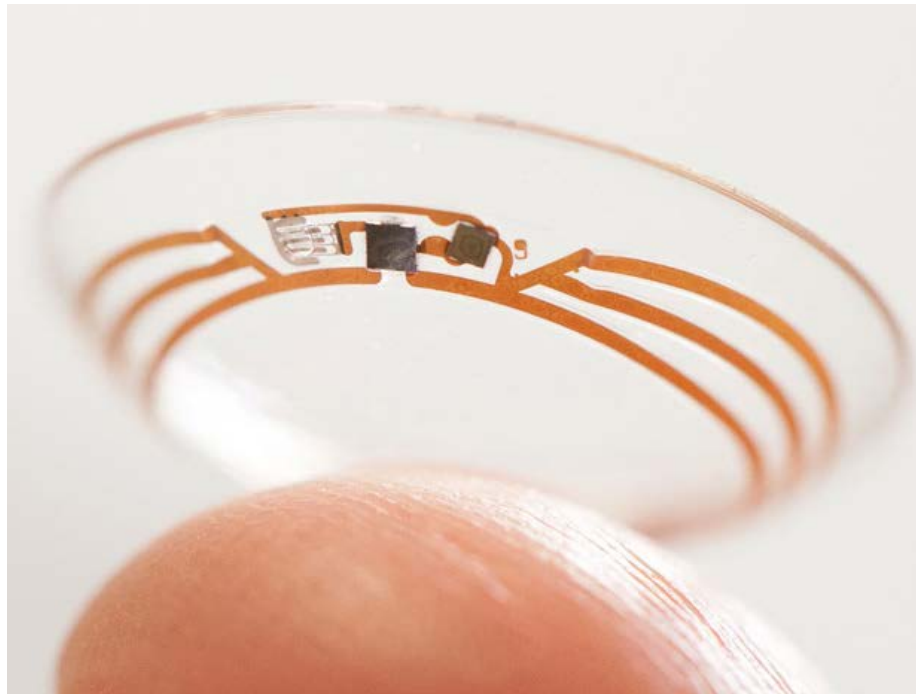


Νέες Τεχνολογίες

Έξυπνος φακός επαφής (Google)

- Σύμφωνα με εκτιμήσεις 1/10 θα έχει διαβήτη μέχρι το 2035
- Μέτρηση γλυκόζης από τα δάκρυα
- Δεν θα χρειάζεται δείγμα αίματος
- Μικροσκοπικά LED θα ειδοποιούν αν η γλυκόζη ξεπεράσει συγκεκριμένα όρια

Νέες Τεχνολογίες Έξυπνος φακός επαφής (Google)



Νέες Τεχνολογίες Έξυπνα ρολόγια

- Αξεσουάρ καθημερινής χρήσης
- Δυνατότητα σύνδεσης με έξυπνα κινητά τηλέφωνα και επέκταση δυνατοτήτων
- Μέτρηση και παρακολούθηση καρδιακού παλμού ή και άλλων χαρακτηριστικών του δέρματος σε μόνιμη βάση
- Αποτελεσματικότερη άθληση

Surgery on a grape





Ερωτήσεις??